

令和 3（2021）年度ズワイガニ日本海系群 B 海域の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

参画機関：秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所

要 約

本系群 B 海域（新潟県以北）の資源状態について、1999 年以降に実施しているかご調査および沖合底びき網および小型底びき網漁業の資源密度指数により評価した。本州日本海沿岸におけるズワイガニ漁業では、富山県以西の A 海域と新潟県以北の B 海域で異なる漁業規制が行われ、TAC も別々に設定されている。B 海域においては、底びき網や刺網により多く漁獲されている。本海域における漁獲量は、1960 年代に約 1,000 トン、1980 年代に約 800 トンのピークがみられた。その後、漁船数や網数の減少によって減少し、1990 年代以降は 200～400 トンで推移している。2016～2020 年漁期（7 月～翌年 6 月）の漁獲量の平均は 213 トンであった。そして、かご調査から推定された 1998 年以降の資源量は、2,300～5,100 トンで推移し、過去 5 年間（2016～2020 年）は横ばい傾向であった。また、より長期間の資源量指標値として参考とした沖合底びき網および小型底びき網漁業の漁獲成績報告書に基づく資源密度指数（過去 5 年平均）は、1992 年に最低であったが 1990 年代中頃に上昇して 2013 年に最高となり、それ以降は低下しているものの依然として高く推移している。

令和 3 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、本系群は再生産関係が不明であるため、MSY を実現する水準の漁獲圧（Fmsy）を、加入量当たり親魚量が漁獲圧が 0 の場合の値に対し 30%となる漁獲圧（F30%SPR）により代替すると定められた。また、目標管理基準値は、MSY を実現する水準の漁獲圧（Fmsy）の代替値とした F30%SPR の漁獲圧により達成される親魚量と定められた。漁獲管理規則は F30%SPR に不確実性を考慮して安全を見越すための 0.8 を乗じた値を用いた漁獲圧一定方策とされた。本系群の 2020 年漁期の親魚量は目標管理基準値を上回る。また、直近 5 年間（2016～2020 年漁期）の親魚量は増加傾向にある。そして、本系群の 2020 年漁期の漁獲圧は F30%SPR を下回る。2022 年漁期の資源量の予測値と漁獲管理規則に基づき算出された 2022 年漁期の ABC は 500 トンである。

	親魚量 (トン)	説明
目標管理基準値	—*	加入量当たり親魚量が、漁獲圧が 0 の場合の値に対し 30%となる漁獲圧の水準とすることで達成される親魚量の水準
現状の値 (2020 年)	1,792	かに籠調査に基づき推定された雌の漁期後の資源量

*目標管理基準値は将来予測に基づく推定値が得られるまで未設定である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F/F30%SPR	漁獲割合 (%)
2017	4,018	1,164	233	0.28	5.8
2018	2,661	1,141	214	0.40	8.0
2019	2,852	921	180	0.31	6.3
2020	3,193	1,792	199	0.30	6.2
2021	3,210	1,096	213	0.33	6.6
2022	3,210	—	—	—	—

- ・年は漁期年（7～翌年6月）を示す。
- ・資源量は漁期開始時点（漁期中の1月1日）、漁獲量は漁期年（7～翌年6月）の値を示す。親魚量は雌の漁期後の値を示す。
- ・資源量と漁獲量は、雄（カタガニとミズガニ込み）と雌（アカコとクロコの込み）の合計値である。2021年の親魚量は、2021年の雌の漁獲量が2016～2020年の平均と仮定したときの漁期後に想定される値である。
- ・2021年および2022年の資源量は2016～2020年資源量の平均値、2021年の漁獲量は2016～2020年の漁獲量の平均値と仮定した。
- ・漁獲割合は、各漁期年の漁獲量/各漁期年当初の漁獲対象資源量である。

2022 年の ABC (トン)	2022 年の資源量 予測値(トン)	現状の漁獲圧に対する比 (F/F2016-2020)	2022 年の漁獲割合 (%)
500*	3,200*	3.03	6.7
<p>令和 3 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、本系群は再生産関係が不明であるため、MSY を実現する水準の漁獲圧 (Fmsy) を、加入量当たり親魚量が漁獲圧が 0 の場合の値に対し 30% となる漁獲圧 (F30%SPR) により代替すると定められた。また、目標管理基準値は、MSY を実現する水準の漁獲圧 (Fmsy) の代替値とした F30%SPR の漁獲圧により達成される親魚量と定められた。この親魚量については将来予測に基づく推定値が得られるまで未設定である。漁獲管理規則は F30%SPR に不確実性を考慮して安全を見越すための 0.8 を乗じた値を用いた漁獲圧一定方策とされた。2022 年漁期の資源量の予測値と漁獲管理規則に基づき算出された 2022 年漁期の ABC は 500 トンである。</p> <p>*ABC は十トン未満を、資源量は百トン未満をそれぞれ四捨五入した値である。</p>			

1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量	県別、漁法別、月別、雌雄別水揚(農林統計) 県農林統計(月別、雌雄別統計)
漁獲努力量 CPUE 資源密度指数(資源 量指標値)	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水研) 小型底びき網漁業漁獲成績報告書(秋田県、山形県、新潟県および 水研)
資源量・加入量	かご調査(ズワイガニ漁期前一斉調査、秋田県(6月)、山形県(7月)、 新潟県(7月)) 桁網調査(7月、日本海北部底魚資源調査、水深 190~500 m、水研)
自然死亡係数(M) (年当たり)	最終脱皮後 1 年以上経過した個体 M=0.2 未最終脱皮および最終脱皮後 1 年未満 M=0.35

2. 生態

(1) 分布・回遊

ズワイガニ日本海系群の B 海域における分布範囲は、新潟県以北の大陸棚斜面およびその縁辺部であり、水深 200~500 m に多い(図 2-1)。雌の最終脱皮とそれに続く初産は、比較的水深の浅い限られた海域で集中して行われることが知られている(今 1980)。また、成熟後は雌雄で主分布水深が異なり、260~300 m を境に深い海域では主に雄ガニが、浅い海域では主に雌ガニが分布する。本系群は孵化後、約 2~3 ヶ月の浮遊幼生期(プレゾエア期、第 1 ゴエア期、第 2 ゴエア期、メガロパ期)を経て稚ガニに変態し、着底する(今 1980、Yamamoto et al. 2014)。標識放流結果から、水平的に大きな移動を行う例は少ないことが知られている(尾形 1974)。

(2) 年齢・成長

孵化から 6 齢までは 1 年間に複数回脱皮するが(伊藤 1970)、以後は概ね 1 年に 1 回脱皮する。加えて、日本海における本系群の主分布水温である 1°C での飼育実験の結果(Yamamoto et al. 2015)から、孵化から加入(11 齢)までの期間は 7~8 年、寿命は 10 歳以上と考えられる。

ズワイガニでは甲幅組成等より脱皮年齢が推定できる(今ほか 1968、山崎・桑原 1991、山崎ほか 1992)。稚ガニおよび未成熟ガニでは成長に雌雄差はなく、甲幅 60 mm 台で 10 齢となる(図 2-2)。雄では主に 11 齢から最終脱皮後の個体が出現し、最終脱皮後の個体の割合は 11、12、13 齢でそれぞれ約 5%、約 20%、100%である。最終脱皮後は体サイズに対し鉗脚掌部(はさみ)が大きくなる(図 2-2)。雌ではすべての個体が 10 齢までは最終脱皮前であり、11 齢で最終脱皮後となる。最終脱皮後は腹節幅が広くなり外卵を持つ。最終脱皮後は体成長が止まるため、雌の 11 齢と雄の 11 齢以降には複数の年級群が含まれている。

(3) 成熟・産卵

雌は、10 歳の夏から秋にかけて最終脱皮し、11 歳となった直後に交尾と初産卵（外卵を持つ）を行う（図 2-3）。初産卵後は、1 年半の抱卵期間を経て、翌々年の 2～3 月に幼生が孵化する。孵化後まもなく 2 回目の産卵（経産卵）を行う。経産卵後の抱卵期間は 1 年であり、毎年 2～3 月に産卵を行う。外卵の色は、産卵後は橙色であり、幼生のふ化が近づくにつれ、茶褐色から黒紫色に変化する。

初産卵直後の雌は、漁期開始時（11 月）には外卵が橙色であり「アカコ」と呼ばれ、1 年後の翌漁期には外卵が茶褐色から黒紫色に変わり「クロコ」と呼ばれる。

ズワイガニでは成長および性別によって「ミズガニ」「カタガニ」「アカコ」「クロコ」のように呼称が変化する。これらの呼称は地域により異なる場合もある。本報告書では、雄の脱皮後 1 年未満の個体を「ミズガニ」、1 年以上経過した個体を「カタガニ」と定義した。

(4) 被捕食関係

本系群は脱皮時を除き周年索餌を行い、底生生物を主体に、甲殻類、魚類、イカ類、多毛類、貝類、棘皮動物などを捕食する（尾形 1974）。小型個体はゲンゲ類（伊藤 1968、小西ほか 2012）、マダラ（太田 2018、上田ら 2018）などに捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本海域では、ズワイガニの漁獲量に占める沖合底びき網漁業（以下「沖底」という）の割合は低く、小型底びき網縦曳き 1 種（以下「小底」という）の占める割合が高い（図 3-1、表 3-1）。近年では底びき網による漁獲量の減少により、相対的に刺網等の割合が増加している。本海域では新潟県、山形県および秋田県が本種を漁獲しており、新潟県による漁獲が毎年 8 割程度を占めている。農林水産省令により、本海域の漁期は 10 月 1 日～翌年 5 月 31 日に定められている。漁獲対象は、雄では甲幅 90 mm 以上（実質 12 歳と 13 歳）のカタガニとミズガニであり、雌ではクロコに加えアカコ（いずれも 11 歳）も漁獲されている。

(2) 漁獲量の推移

漁獲量（暦年）には、1960 年代には約 1,000 トン、1980 年代には約 800 トンのピークがみられている。その後は減少し、1990 年代以降は 200～400 トンで推移している（図 3-1、表 3-1）。

漁期年（7 月～翌年 6 月）で集計した 1998 年以降の雌雄別漁獲量は、雄は 2004 年まで減少した後、2008 年まで 150～180 トンで横ばいであり、雌は 2010 年まで 60～90 トンで横ばいであった。その後、雄の漁獲量は増加し、2011 年以降は 250 トンを超えて推移していたが、2014 年に 250 トンを切って以降減少し、2020 年は 121 トンであった。雌では 2011 年および 2012 年は 100 トンを超えたが、2013 年以降は 60～80 トンで推移し、2020 年は 78 トンであった。雌雄合計の 2020 年の漁獲量は 199 トンであり、2016～2020 年の平均は 213 トンであった（図 3-2、補足資料 4、補足表 4-1）。

(3) 漁獲努力量

主要な漁業種類である沖底と小底（かけまわし）の操業隻数は年々減少して 2000 年代にはピーク時の 1/4 程度の 170 隻前後となった。2007 年以降は未集計であるが、安定もしくは減少しているとされている。また、網数が把握できる 1979 年以降について漁期年単位の網数を集計したところ、1998 年までに 1979 年（2.2 万回）の 1/4 程度に減少した後、やや増加して 2000～2007 年は 6.7 万回前後で推移した。2009 年以降は概ね 4.8 万回前後で横ばいとなっていたが、2015 年以降は減少傾向にあり、2020 年は 3.6 万回であった（図 3-3）。

4. 資源の状況

(1) 資源評価の方法

1999 年以降にズワイガニ漁期前一斉調査（かご調査）を行い面積密度法によって推定した前年度漁期開始時点の雌雄合計の資源量により資源動向ならびに現状の漁獲圧などを把握した（補足資料 2、3、4）。

また、かご調査に基づく資源量よりも長期の資源量指標値として、沖底および小底の漁獲成績報告書から求めた、1978 年以降の雌雄合計の資源密度指数も参考とした（補足資料 6）。なお、年別指数は変動が非常に大きいことから過去 5 年平均を用い、1988 年頃に同じ漁船が小底から沖底へ転換していることから沖底と小底の漁績を区分せずに扱った。

これ以降、年の記述は断りが無い限り漁期年（7 月～翌年 6 月）を示す。

(2) 資源量と漁獲圧の推移

日本海 B 海域の水深 200～500 m にて実施したかご調査の結果に基づく雌雄別の現存量と漁獲尾数を用いて、漁期開始時点の漁獲対象資源量を推定した（補足資料 2、3、4）。資源尾数は、雄は 170 万尾～670 万尾で推移し、2020 年は 250 万尾であった。雌は、230 万尾～1470 万尾で推移し、2020 年は 1060 万尾であった（図 4-1、補足表 4-1）。雌雄合計の資源量は、1998 年以降は 2,300～5,100 トンで推移している。2010 年に 5,000 トンを超えたが、2013 年に減少し、2014 年は過去最低の 2,300 トンとなった。2016～2019 年は 2,700～4,000 トンで推移し、2020 年は 3,193 トンであった。（図 4-2、補足表 4-1）。資源動向は、過去 5 年間（2016～2020 年）の資源量の推移から横ばいと判断された。また、漁期後の親魚量は 2009 年までは 1,200～2,500 トンで推移し、2010～2015 年は減少していたが、2017 年に増加し、2020 年は 1,792 トンであった（図 4-3、補足表 4-1）。親魚量の動向は、過去 5 年間（2016～2020 年）の親魚量の推移から増加と判断された。

資源量と漁獲量から、漁獲割合と F を推定した（図 4-4、図 4-5、補足表 4-1）。両値ともに、雄では、2013、2014 年にやや高くなった他は、2003 年以降低い値で安定していた。一方、雌は 2010 年以降に上昇していたが、2017 年は低下した。2020 年の F 値は雄で 0.10、雌で 0.04 であった（補足表 4-1）。

(3) 加入量当たり漁獲量（YPR）、加入量当たり親魚量（SPR）および現状の漁獲圧

ズワイガニの最終脱皮を組み込んだ年齢構成モデル（Ueda et al. 2009）を用い、雌雄別の %SPR と YPR を計算した。計算方法は A 海域と同様であるが、B 海域ではアカコも水揚げ対象なので、%SPR、YPR ともに雌の計算結果は A 海域と異なる。このとき、生理的寿

命は考慮していない。雄では 11 齢まで、雌では 10 齢までが、水揚げ対象個体（雄：12～13 齢、雌：11 齢（アカコとクロコ））と同様の F で混獲、放流され、放流後の生残率を 0.5 と仮定して計算した。

混獲された水揚げ対象外個体を放流した後の生残率は、季節、船上での経過時間および甲羅の状態に大きく影響される。気温や表面水温が高い場合や、脱皮直後で甲羅が柔らかい場合は生残率が低い。京都府沖で雌雄別、成熟度別に調べられた放流後の生残率は、気温や表面水温が高く脱皮直後の個体も存在する 10 月の生残率は 0～0.15 と低いが、3、4、5、12 月では、3 月の成熟雌の 0.71 を除き 0.87～1.00 と報告されている（山崎 1994）。10 月を除いた放流後の生残率の平均値は約 0.8 であるが、実際の漁業では、調査に比べ、放流個体は揚網後船上で放置される時間が長いことや取り扱いが丁寧ではないことが想定されることから、本解析では放流後の生残率として 0.5 を用いた。

雄の F30%SPR は 0.20 であった。雄の $F_{current}$ （2016～2020 年の平均）は 0.08 であり、F30%SPR を下回っている（図 4-6）。雌の F30%SPR は 0.22 であった。雌の $F_{current}$ は 0.07 であり、F30%SPR を下回っている（図 4-6）。

雄の F0.1 は 0.16 であり、 $F_{current}$ （0.08）は F0.1 を下回っている（図 4-7）。雌の F0.1 は 0.19 であり、 $F_{current}$ （0.07）は F0.1 を下回っている（図 4-7）。

雌雄ともに現状の F 値は、F30%SPR および F0.1 のいずれに対しても下回っている。

（4）管理基準値

令和 3 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、目標管理基準値は、MSY を実現する水準の漁獲圧 (F_{msy}) の代替値とした F30%SPR の漁獲圧により達成される親魚量と定められた。ただし、将来予測に基づく推定値が得られるまでは未設定である。

（5）資源の水準・動向および漁獲圧の水準

本系群の 2020 年の親魚量は目標管理基準値を上回っている。2020 年の親魚量は目標管理基準値の 4.27 倍であった。また、現状の漁獲圧は、 F_{msy} の代替値と定められた F30%SPR を、雌雄ともに下回っている（図 4-6）。また、本系群の親魚量は直近 5 年間（2016～2020 年）は増加傾向であった（図 4-3、補足表 4-1）。

（6）資源量指標値の推移

資源密度指数 (kg/網) は、雄では 1985 年、雌では 1983 年に最初のピークがあり、その後ともに低下し、雄は 1993 年、雌は 1992 年より上昇した（図 4-8、表 4-1）。2000 年代以降は雌雄ともに変動が大きい。2020 年の資源密度指数（2021 年 3 月までの暫定値）は、雄は 2000 年以降の平均的な水準で、雌は過去最高であった。

雌雄合計の資源密度指数は、1992 年までは概ね 3～6 の間で推移したが、1993～2009 年は概ね 5～9 の間で推移した（図 4-9、表 4-1）。2010 年以降はこれまでの最高水準で推移し、2020 年は 10.6 であった。過去 5 年平均は 1992 年に 3.4 と最低であったが上昇して 2005 年には 7.1 となった。その後やや低下したが、再び上昇して 2013 年は 9.3 となった。2014 年以降はやや低下しているものの、2020 年の過去 5 年平均は 7.7 で、依然として高い水準

であった。この資源量指標値（1982～2020年）に累積正規分布をあてはめたところ、2020年は83.5%水準であった（補足資料7）。

B 海域における資源密度指数は、雌雄ともに年変動が大きい。これは、急峻な地形の多い B 海域では、漁獲成績報告書の集計単位である緯度経度 10 分柁目 1 つの漁区の中においても対象魚種を変更しながら漁をすることが可能であり、漁区単位の CPUE が漁場の利用状況の影響を受けやすいためである。2010 年前後の資源密度指数の上昇も、この漁場の利用状況の変化による影響と推察される。

5. 2022 年の ABC の算定

(1) 漁獲管理規則

令和 3 年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、本系群は再生産関係が不明であるため、MSY を実現する水準の漁獲圧（ F_{msy} ）を、加入量当たり親魚量が漁獲圧が 0 の場合の値に対し 30%となる漁獲圧（ $F_{30\%SPR}$ ）により代替すると定められた。そして、漁獲管理規則は $F_{30\%SPR}$ に不確実性を考慮して安全を見越すための 0.8 を乗じた値を用いた漁獲圧一定方策とされた。

(2) 生物学的許容漁獲量（ABC）の算定

本海域では、再生産関係は不明であるため、2022 年漁期の資源量の予測値と漁獲管理規則に基づき、2022 年漁期の ABC を算定した（補足資料 4）。

かご調査ではトロール調査に比べ小型個体を採集し難いので、漁獲加入前の現存尾数を把握することが困難であり、2016 年より小型個体の採集も可能な桁網調査を実施しているが、まだデータ蓄積は十分ではない（補足資料 5）。したがって、かご調査に基づく過去 5 年（2016～2020 年）の平均資源量を用いて漁獲量を算定した。2022 年の資源量は、2016～2020 年の平均より 3,210 トンと推定された。そして、2022 年の ABC は、漁獲管理規則の水準の漁獲圧（ $F_{30\%SPR}$ に 0.8 を乗じた値）で期待される漁獲量であり、500 トンと算定された。

6. その他

農林水産省令および自主規制等による資源保護を今後も継続的に遵守していくことが重要である。また、A 海域では自主規制で禁漁とされているアカコが B 海域では漁獲されていることから、親魚量の確保の面からはアカコの禁漁が望ましい。なお、アカコが混獲された場合でも、放流生残率が高くなる 12 月以降では、放流による資源保護効果は高いと考えられる。

資源量指標値の算出に用いている底びき網漁業の資源密度指数は、B 海域においては単年の値の年変動が大きい。これは、急峻な地形の多い B 海域では、漁獲成績報告書の集計単位である緯度経度 10 分柁目 1 つの漁区の中においても対象魚種を変えながら漁をすることが可能であり、漁区単位の CPUE（kg/網）は漁場の利用状況の変化に左右されやすいことが関連している。今後、調査船調査による資源量のモニタリングとともに、小型底びき網ならびに刺網の操業状況を解析し、資源動向を精度高く把握することが不可欠である。

令和 3 年 3 月の「資源管理方針に関する検討会」ならびに「水産政策審議会」において、

「資源の減少が明らかになった場合には、より予防的な漁獲シナリオへの見直しを検討すること」としつつ、B 海域の資源評価において MSY を実現する水準の漁獲圧 (F_{msy}) を生物学的管理基準値の F30%SPR で代替すると定められた。この F30%SPR は、令和元年度以前の本系群の資源評価で親魚量の確保を図る漁獲シナリオとして採用されていた生物学的管理基準値ではあるが、将来予測に基づき管理方策としての頑健性を検証することが不可欠と考えられる。現時点では、資源の将来予測に基づく管理基準値等の提示には至っておらず、桁網調査 (補足資料 5) によるデータの蓄積と並行して加入量の代替値の探索ならびに齢構成モデルの構築が重要である。

7. 引用文献

- 伊藤勝千代 (1968) 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究 II. 稚蟹期の形態およびその分布について. 日水研報, **19**, 43-50.
- 伊藤勝千代 (1970) 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究 III. 甲幅組成および甲殻硬度の季節変化から推測される年令と成長について. 日水研報, **22**, 81-116.
- 今 攸 (1980) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) の生活史に関する研究. 新潟大学理学部附属佐渡臨海実験所特別報告, **2**, 1-64.
- 今 攸・丹羽正一・山川文男 (1968) ズワイガニに関する研究-II. 甲幅組成から推定した脱皮回数. 日水誌, **34**, 138-142.
- 小西光一・養松郁子・廣瀬太郎・南 卓志 (2012) 日本海の中深層底棲魚に捕食されたズワイガニ属幼生と稚ガニの水深分布について. 日水誌, **78**, 976-978.
- 尾形哲男 (1974) 「日本海のズワイガニ資源」. 水産研究叢書 26, 日本水産資源保護協会, 東京, 64 pp.
- 太田武行 (2018) 鳥取県沖におけるマダラの漁獲状況. 日本海ブロック資源評価担当者会議報告 (平成 29 年度), 水産研究・教育機構日本海区水産研究所, 36-38.
- 上田祐司・藤原邦浩・佐久間啓・吉川 茜 (2018) 日本海西部における調査船調査によるマダラの資源状況. 日本海ブロック資源評価担当者会議報告 (平成 29 年度), 水産研究・教育機構日本海区水産研究所, 33-35.
- Ueda Y., M. Ito, T. Hattori, Y. Narimatsu and D. Kitagawa (2009) Estimation of terminal molting probability of snow crab *Chionoecetes opilio* using instar- and state-structured model in the waters off the Pacific coast of northern Japan. Fish. Sci., **75**, 47-54.
- Yamamoto T., T. Yamada, H. Fujimoto and K. Hamasaki (2014) Effect of temperature on snow crab (*Chionoecetes opilio*) larval survival and development under laboratory conditions. J. Shellfish Res., **33**, 19-24.
- Yamamoto T., T. Yamada, T. Kinoshita, Y. Ueda, H. Fujimoto, A. Yamasaki and K. Hamasaki (2015) Effect of temperature on growth of juvenile snow crabs *Chionoecetes opilio*, in the laboratory. J. Crustacean Biol., **35**, 140-148.
- 山崎 淳 (1994) ズワイガニの生態特性にもとづく資源管理に関する研究. 京都海セ研究論文, **4**, 1-53.
- 山崎 淳・桑原昭彦 (1991) 日本海における雄ズワイガニの最終脱皮について. 日水誌, **57**, 1839-1844.

山崎 淳・篠田正俊・桑原昭彦 (1992) 雄ズワイガニの最終脱皮後の生残率推定について.
日水誌, **58**, 181-186.

(執筆者：藤原邦浩、八木佑太、白川北斗、飯田真也、濱邊昂平、
吉川 茜、内藤大河、佐久間啓)

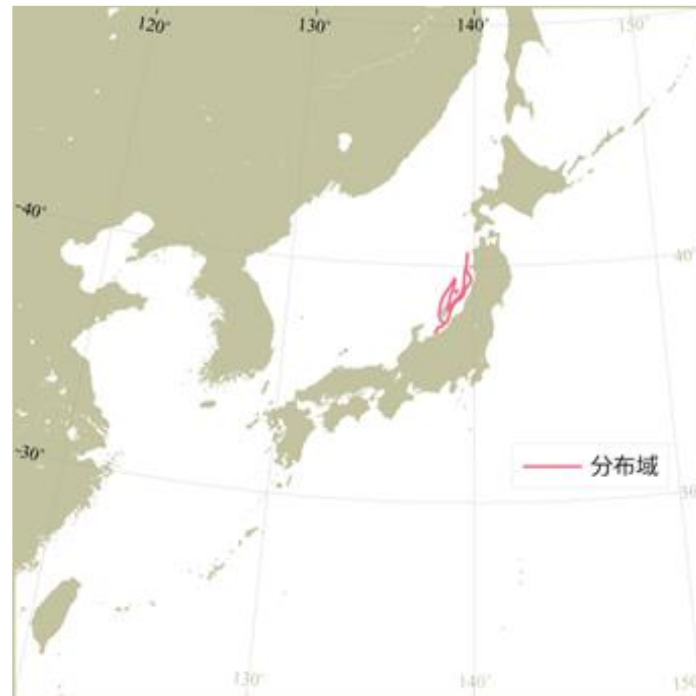


図 2-1. ズワイガニ日本海系群 B 海域の分布

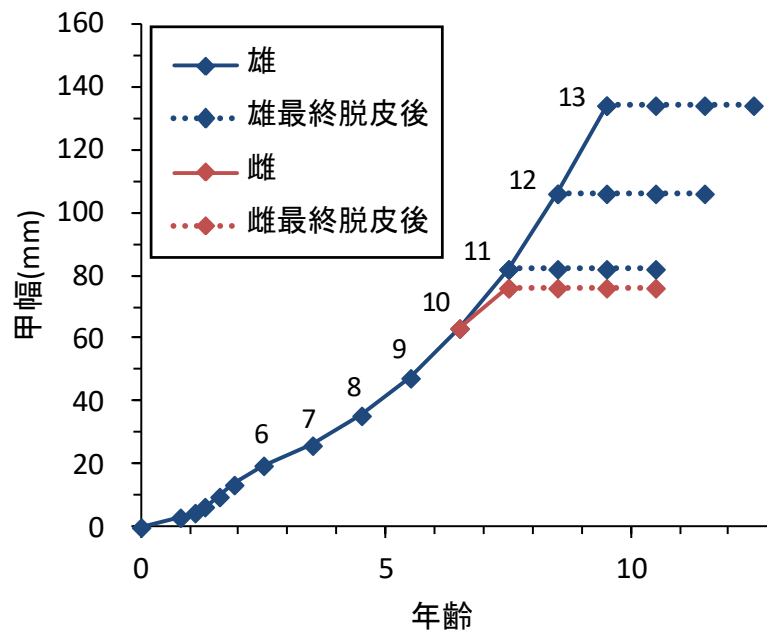


図 2-2. ズワイガニの年齢、脱皮齢期および甲幅の関係

- ・ 数字は脱皮齢期を示す。
- ・ 10 歳までは雌雄共通である。

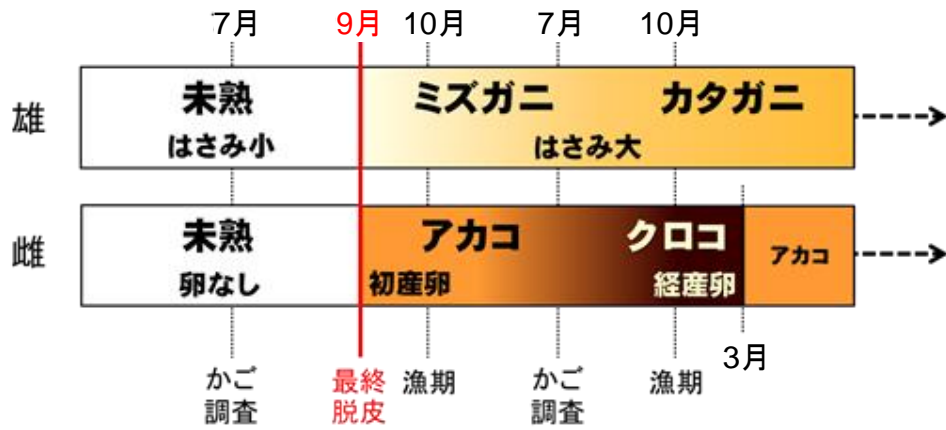


図 2-3. ズワイガニの生活史と漁獲の模式図

- ・ミズガニ：脱皮後 1 年未満の雄。
- ・カタガニ：脱皮後 1 年以上経過した雄。
- ・アカコ：橙色の外卵を腹部に有する雌。
- ・クロコ：茶褐色から黒紫色の外卵を持つ雌。

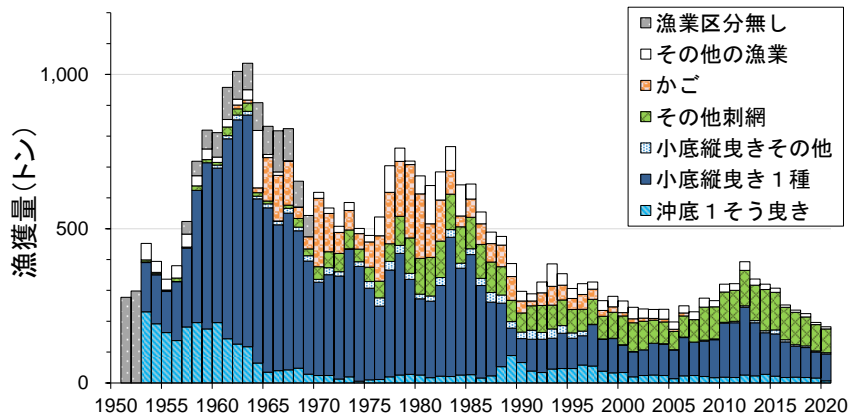


図 3-1. ズワイガニの漁業種類別漁獲量 (暦年)

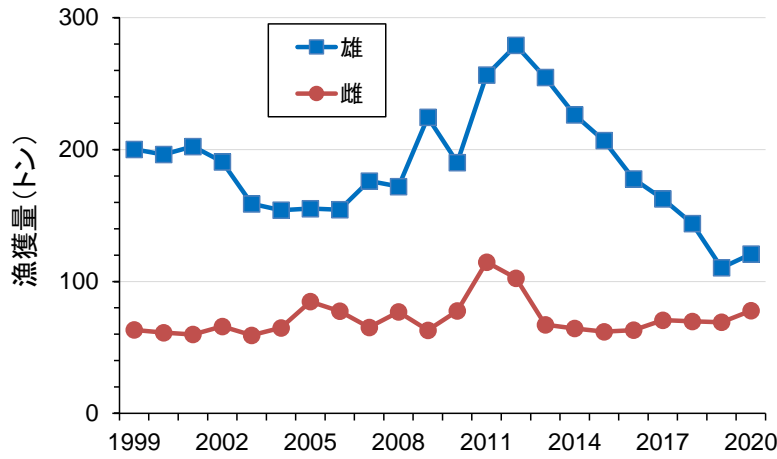


図 3-2. ズワイガニの雌雄別漁獲量 (漁期年)

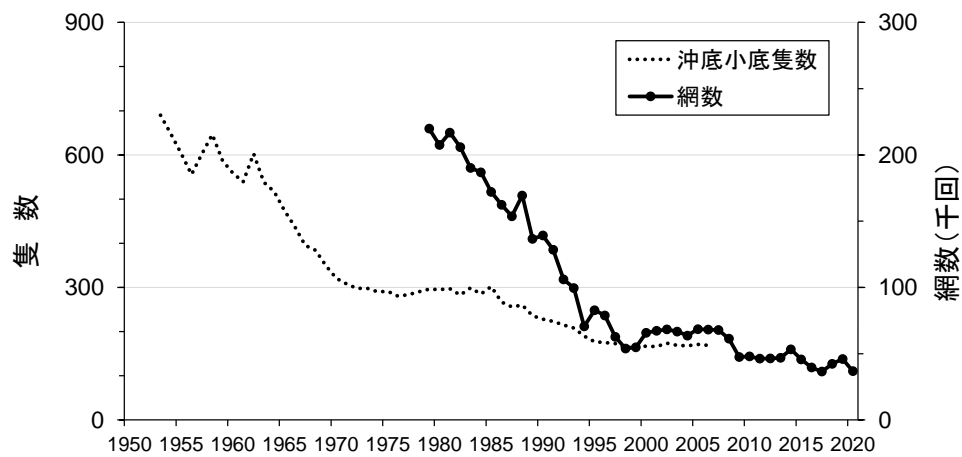


図 3-3. 沖底と小底の隻数および網数 2007 年以降の隻数は未集計。

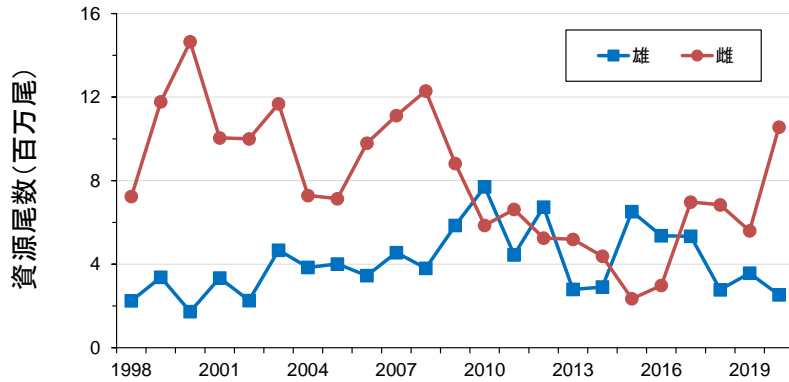


図 4-1. かご調査で推定した漁期開始時点の資源尾数
雄は甲幅 90 mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

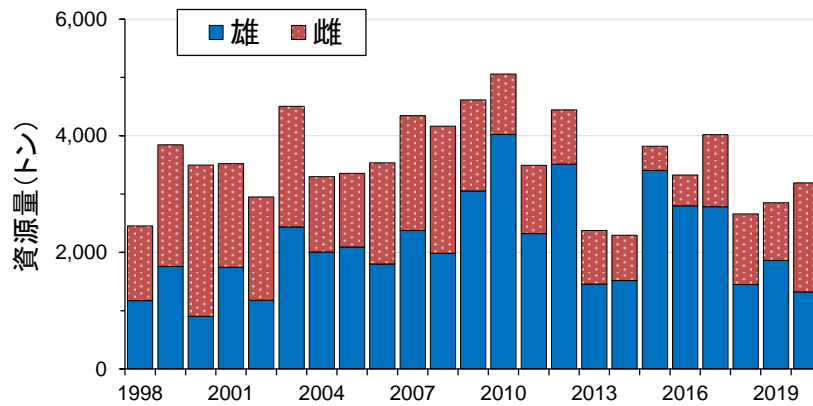


図 4-2. かご調査で推定した調査前漁期開始時点の資源量および漁期後の親魚量
雄は甲幅 90 mm 以上、雌はアカコとクロコの合計を示す。

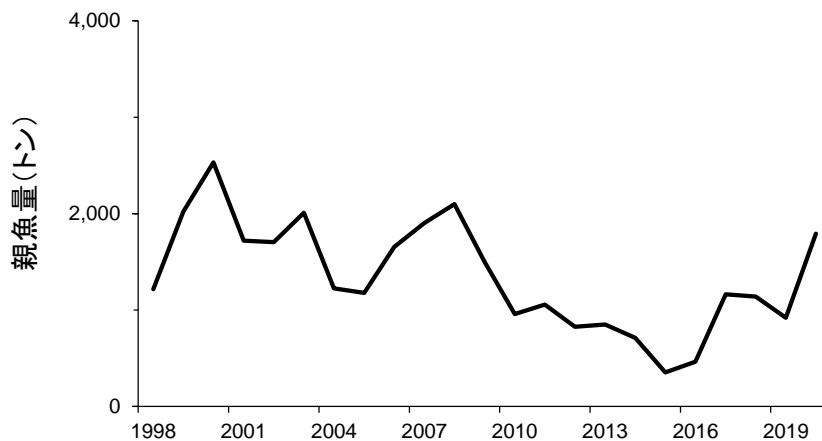


図 4-3. かご調査で推定した漁期後の親魚量
雌のアカコとクロコが含まれる。

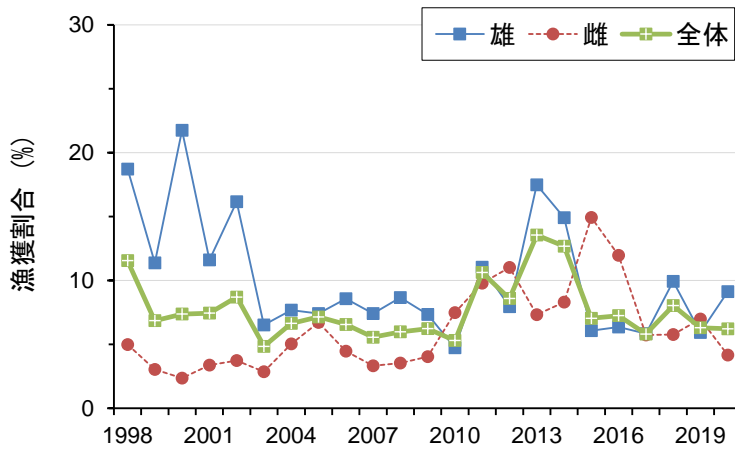


図 4-4. 漁獲割合

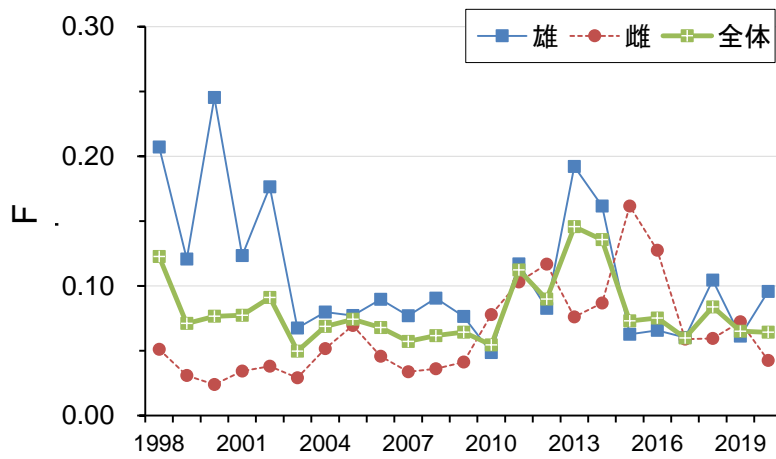


図 4-5. 漁獲係数 (F)

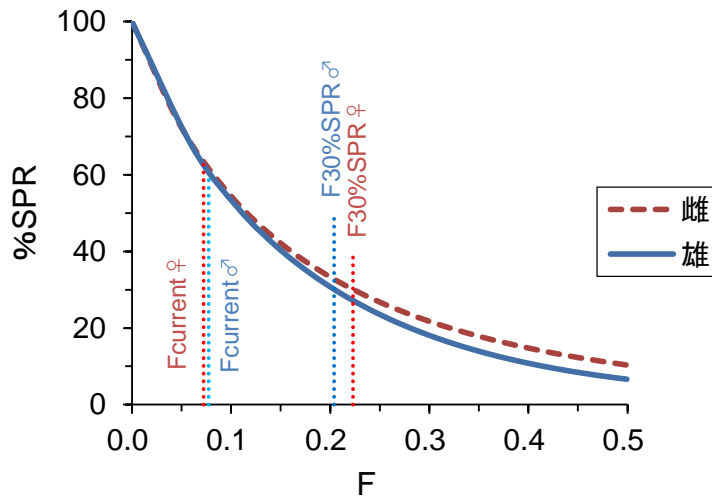


図 4-6. F と %SPR の関係

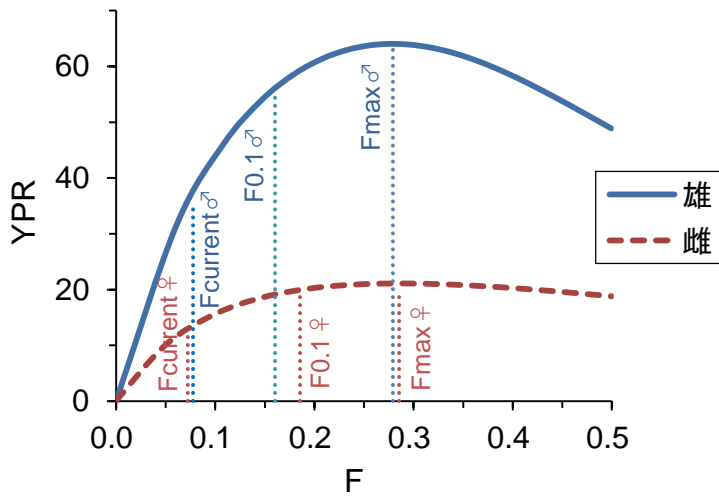


図 4-7. F と YPR の関係

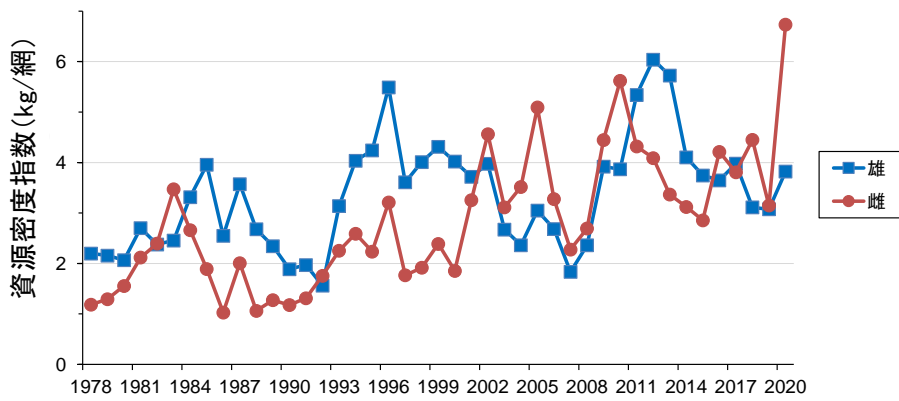


図 4-8. 沖底と小底（かけまわし）による雌雄別資源密度指数

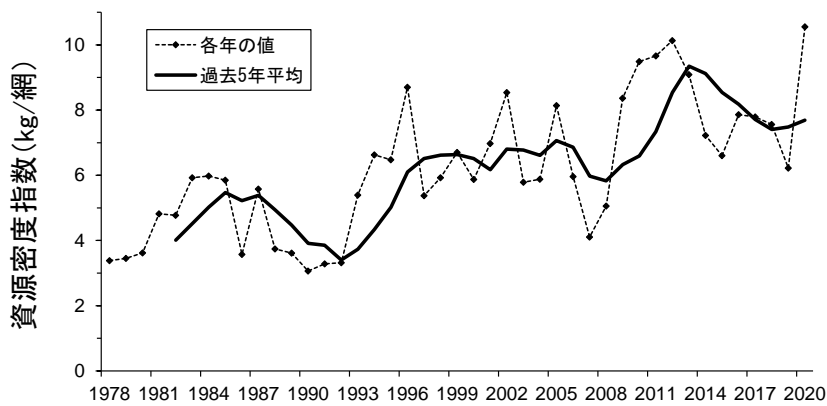


図 4-9. 資源密度指数（点線は各年の雌雄合計値、太実線は過去 5 年平均）

表 3-1. B 海域におけるズワイガニの漁業種類別漁獲量 (暦年)

年	漁業種類別漁獲量 (トン)							合計
	沖底1そ う曳き	小底縦曳 き1種	小底縦曳 きその他	その他刺 網	かご	その他の 漁業	漁業区分 無し	
1950							278	278
1951							298	298
1952								298
1953	231	160	2	7		53		452
1954	192	158	4	5		36		394
1955	163	134	2	3		35		336
1956	138	191	1	11		40		380
1957	182	255	3	2		42	41	524
1958	195	429	0	15		33	47	719
1959	175	539	0	10		34	61	819
1960	195	501	10	9		17	79	811
1961	144	648	10	29		24	104	958
1962	126	727	16	20	13	19	90	1,010
1963	117	751	12	27	10	34	86	1,036
1964	65	532	9	11	16	186	90	909
1965	35	533	13	9	141	10	91	832
1966	40	472	11	2	148	11	133	817
1967	43	508	16	10	142	2	104	824
1968	48	446	12	28	37	0	84	654
1969	29	366	18	22	39	0	69	543
1970	24	303	9	41	221	19		618
1971	24	327	23	51	124	18		567
1972	13	333	14	59	68	20		508
1973	20	413	2	61	63	26		585
1974	6	372	15	41	50	17		501
1975	10	297	22	46	82	21		478
1976	11	238	27	54	147	61		538
1977	20	346	28	57	167	86		704
1978	26	394	26	94	178	43		761
1979	28	308	19	115	238	11		719
1980	26	247	15	116	209	58		671
1981	17	248	17	125	109	124		640
1982	22	294	26	118	133	91		684
1983	21	451	25	115	77	77		766
1984	26	346	16	118	35	101		642
1985	27	389	19	102	59	49		645
1986	16	300	23	110	67	38		554
1987	23	239	31	99	60	37		489
1988	53	206	26	92	70	28		475
1989	89	89	21	69	77	42		387
1990	66	78	21	62	39	31		297
1991	39	103	29	79	16	23		289
1992	34	108	22	87	41	35		327
1993	45	100	30	77	61	73		386
1994	47	114	25	83	48	37		354
1995	47	98	17	76	36	32		306
1996	58	95	15	71	48	35		322
1997	55	134	1	81	33	23		327
1998	38	104	1	73	19	32		267
1999	33	111	1	84	18	34		281
2000	34	89	1	93	11	38		266
2001	20	81	1	93	13	37		245
2002	24	83		93	10	30		240
2003	26	103		75	5	29		238
2004	24	102	1	71	9	32		239
2005	14	93	1	59	7	24		198
2006	23	124	2	68	10	23		250
2007	24	109		73		25		231
2008	21	114		107		33		275
2009	17	123	3	104		20		267
2010	19	175	3	98		25		320
2011	18	177	5	100		22		322
2012	26	219	5	115		28		393
2013	23	172	7	115		20		337
2014	28	135	6	134		17		320
2015	22	137	13	122		13		307
2016	18	115	7	105		8		253
2017	19	100	5	105		7		236
2018	18	97	5	94		11		225
2019	16	84	4	85		7		196
2020	7	87	4	77		7		182

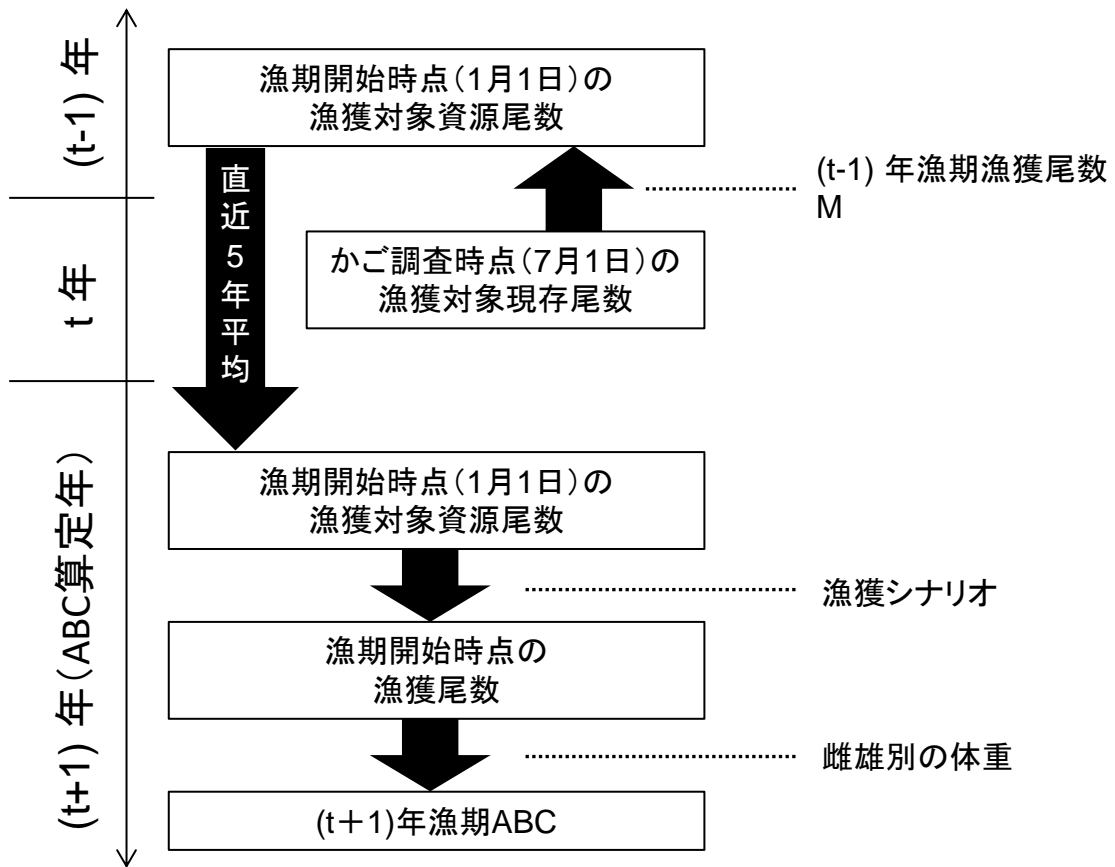
農林水産省漁業・養殖業生産統計年報 (一部府県調べの値を含む)
による。2020 年は暫定値。

表 4-1. B 海域における沖合底びき網と小型底びき網漁業全体の資源密度指数

漁期年	雄	雌	雄雌	過去5年平均
1978	2.2	1.2	3.4	
1979	2.2	1.3	3.5	
1980	2.1	1.6	3.6	
1981	2.7	2.1	4.8	
1982	2.4	2.4	4.8	4.0
1983	2.5	3.5	5.9	4.5
1984	3.3	2.7	6.0	5.0
1985	4.0	1.9	5.8	5.5
1986	2.5	1.0	3.6	5.2
1987	3.6	2.0	5.6	5.4
1988	2.7	1.1	3.7	4.9
1989	2.3	1.3	3.6	4.5
1990	1.9	1.2	3.1	3.9
1991	2.0	1.3	3.3	3.9
1992	1.6	1.8	3.3	3.4
1993	3.1	2.3	5.4	3.7
1994	4.0	2.6	6.6	4.3
1995	4.2	2.2	6.5	5.0
1996	5.5	3.2	8.7	6.1
1997	3.6	1.8	5.4	6.5
1998	4.0	1.9	5.9	6.6
1999	4.3	2.4	6.7	6.6
2000	4.0	1.9	5.9	6.5
2001	3.7	3.3	7.0	6.2
2002	4.0	4.6	8.5	6.8
2003	2.7	3.1	5.8	6.8
2004	2.4	3.5	5.9	6.6
2005	3.0	5.1	8.1	7.1
2006	2.7	3.3	6.0	6.9
2007	1.8	2.3	4.1	6.0
2008	2.4	2.7	5.1	5.8
2009	3.9	4.4	8.4	6.3
2010	3.9	5.6	9.5	6.6
2011	5.3	4.3	9.7	7.3
2012	6.0	4.1	10.1	8.5
2013	5.7	3.4	9.1	9.3
2014	4.1	3.1	7.2	9.1
2015	3.7	2.9	6.6	8.5
2016	3.6	4.2	7.9	8.2
2017	4.0	3.8	7.8	7.7
2018	3.1	4.5	7.6	7.4
2019	3.1	3.1	6.2	7.5
2020	3.8	6.7	10.6	7.7

2020 年は 2021 年 3 月までの暫定値。

補足資料 1 資源評価の流れ



※漁獲シナリオは、令和3年3月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て定められた漁獲管理規則であり、F30%SPRに0.8を乗じた値である。

補足資料 2 直接推定法による現存量推定

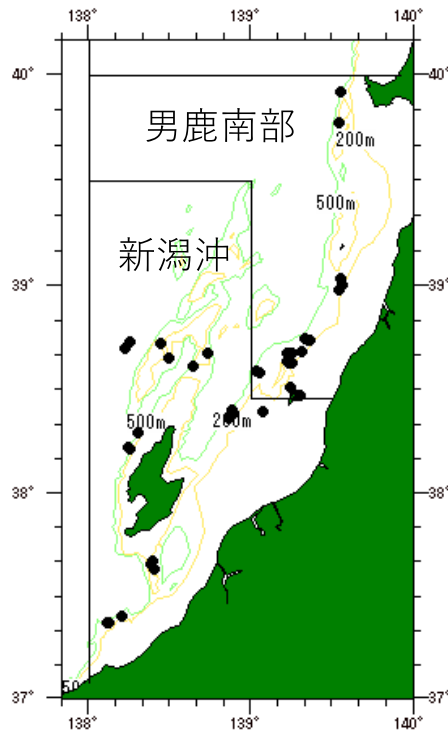
2021 年 6～7 月に日本海北部において、新潟県（越路丸）、山形県（漁船用船）および秋田県（千秋丸）によるかご調査を行った。各県各船ともに、同一仕様のカニかごを用い、100 m 間隔でかごを 20 個装着した状態を 1 連とした。調査点数は、2016 年以降、38 点を基本として実施している。2021 年は新潟県沖の予備点を除く 32 点で実施した。なお、2013 年までの調査点数は 23 点、2014 年と 2015 年は新潟県が独自に実施した 9 点を含めた 32 点である。そして、1 調査点あたり 1 連を使用し、かごの浸漬時間は 8 時間以上とした。餌には冷凍サバを用い、1 かごあたり体長 30 cm 程度の個体 4 尾を基本とした。

沖底海区である男鹿南部と新潟沖の 2 海区（補足図 2-1）、水深 200～500 m を 100 m 間隔で区分した 3 水深帯の 6 層で面積密度法による現存量推定を行った。この際、かご 1 個あたり、1 日あたり、1 km² あたりの採集効率を雄については 0.005（Hoenig et al. 1992、Dawe et al. 1993）、雌については 0.0016（補足資料 5 参照）とした。重量変換の際、雌の体重を 177 g、雄は 522 g と仮定した。

推定された 2021 年の雌雄合計の現存量は 2,709 トンであった（補足表 2-1）。2016 年以降は調査点数を増やし、資源量推定値の変動係数（CV）が小さくなった。しかし、2021 年の平均の CV は、雄と雌でそれぞれ、0.17、0.38 であり、雌はやや高かった。さらに資源量推定精度を向上させるには、今後も現行の調査点数は確保するとともに、雌が高密度に集中分布する現象に関する調査研究が必要である。

引用文献

- Dawe, E., G., J. M. Hoenig and X. Xu (1993) Change-in-ratio and index-removal methods for population assessment and their application to snow crab (*Chionoecetes opilio*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., **50**, 1467-1476.
- Hoenig, J. M., E. G. Dawe, D. M. Taylor, M. Eagles and J. Tremblay (1992) Leslie analyses of commercial trap data: comparative study of catch ability coefficient for male snow crab (*Chionoecetes opilio*). Int. Coun. Explor. Sea C. M. 1992/K, **34**, 1-8.



補足図 2-1. かご調査の調査点 (2016 年以降の基本定点)
2021 年は佐渡北方と上越地区の予備点を除く 32 点で実施。

補足表 2-1. かご調査による 2021 年 6～7 月の現存量

海区	水深帯 (m)	面積 (km ²)	調査点数	平均密度 (尾数/かご)		現存尾数 (千尾)		現存量 (トン)	
				雄	雌	雄	雌	雄	雌
男鹿南部	200～300	1,029	6	1.3	6.9	264	4,427	138	784
	300～400	900	8	2.9	2.3	526	1,294	274	229
	400～500	647	6	0.7	0.0	84	10	44	2
	計		20			874	5,731	456	1,014
新潟沖	200～300	1,116	4	1.1	1.9	251	1,299	131	230
	300～400	1,102	6	3.3	3.0	738	2,055	385	364
	400～500	980	2	1.1	0.1	220	77	115	14
	計		12			1,209	3,431	631	607
合計			32			2,083	9,162	1,087	1,622

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値を示す。

補足資料 3 かご調査における雌の採集効率の補正について

日本海 B 海域ではかご調査により現存量を推定しており、従来雌雄で同値の採集効率を用いてきた（補足資料 4）。一方で、雌の資源評価対象となる 11 齢に相当する甲幅 70～80 mm 台は、雄の甲幅 90 mm 以上に比べ採集尾数が少ないことが、近年指摘されていた（補足図 3-1）。そこで、雄の齢期別現存尾数を用いて、雌の 11 齢の採集効率について再検討した。

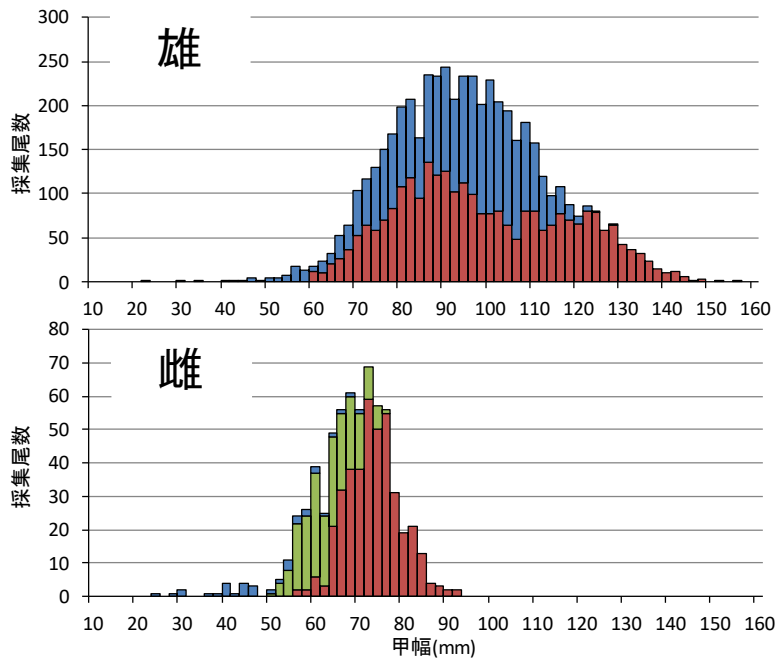
かご調査による雄の齢期別現存尾数を求めるため、2003～2016 年の甲幅組成に対し未成体・成体別に複合正規分布の当てはめによる齢期分解を行った（補足図 3-2）。各年の甲幅組成は 9～13 齢の現存尾数に分解されたが、年級群を追跡できるような傾向はみられなかったことから、年をプールし、2003～2016 年の平均齢期別現存尾数を求めた。

かご調査による齢期別現存尾数と比較するため、若齢まで採集可能なトロール調査により現存尾数が推定されている、2003～2016 年の日本海 A 海域の齢期別現存尾数を用いた。このうち、生残率が極端に低いことが明らかになっている日韓暫定水域のデータを除き集計した。A 海域の雄の F は 2000 年頃には 0.2 を超えていたものの 2005 年以降は 0.14 前後であり、B 海域の 0.10 前後に対して大きな乖離はない。そのため、両海域の 11 齢雄の資源尾数に対する 12 齢雄および 13 齢雄の資源尾数の比を一定とみなしても差し支えないと判断した。

B 海域のかご調査による齢期別現存尾数では 12～13 齢（4,130 千尾）に対し 11 齢（1,707 千尾）が少ないのに対し、A 海域のトロール調査では 12～13 齢（12,983 千尾）よりも 11 齢（17,204 千尾）のほうが多い（補足表 3-1）。

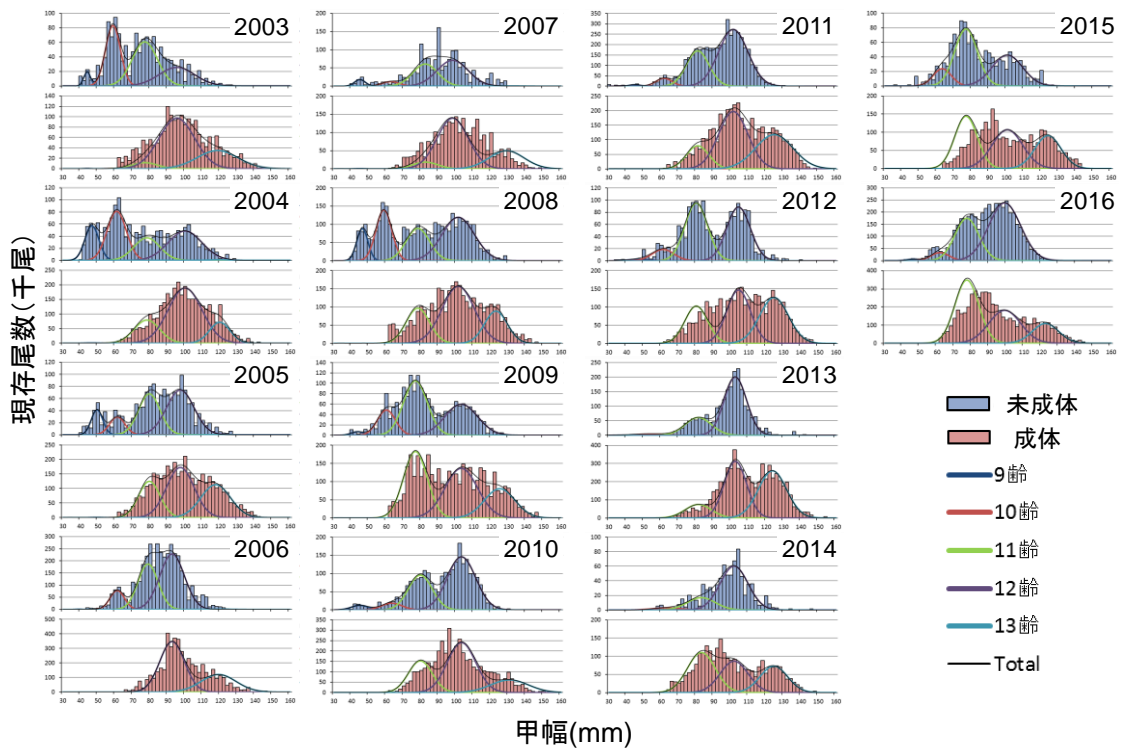
A 海域の 12～13 齢の現存尾数に対する 11 齢の比率は 1.325（ $=17,204/12,983$ ）であり、B 海域と A 海域で生残率、すなわち資源の甲幅組成が同一であったと仮定すると、B 海域の実際の 11 齢は 5,472 千尾（ $=4,130 \times 1.325$ ）であったと計算される。したがって、B 海域のかご調査における 11 齢の採集効率の 12～13 齢に対する比率は、0.312（ $=1,707/5,472$ ）と計算された。

B 海域のかご調査における雄の採集効率は 0.005 である。以上のことから、雌の採集効率を 0.0016（ $=0.005 \times 0.312$ 、小数第 5 位を四捨五入）と設定した。この変更により、かご調査結果から求めた 11 齢雌の現存尾数は 12～13 齢雄の現存量に対して平均 2.3 倍となった。A 海域のトロール調査結果ではほぼ 2 倍であり、妥当な値であると判断した。



補足図 3-1. 日本海 B 海域におけるかご調査による 2016 年の甲幅組成

雄の青は未成年、赤は成体、雌の赤は 11 齢、緑は 10 齢、青は 9 齢以下を、それぞれ示す。



補足図 3-2. 日本海 B 海域におけるかご調査による 2003～2016 年の甲幅組成および推定された齢期組成

補足表 3-1. 日本海 B 海域のかご調査および A 海域のトロール調査
により推定された 2003～2016 年における平均齢期別現存尾数

齢期	成熟	現存尾数(千尾)	
		B海域かご	A海域トロール
11齢	未熟	772	15,044
11齢	成熟	935	2,160
12齢	未熟	1,221	7,438
12齢	成熟	1,838	2,589
13齢	成熟	1,071	2,956
11齢計		1,707	17,204
12～13齢計		4,130	12,983

補足資料 4 かに籠調査に基づく資源量の推定方法

計算にあたり、漁獲（1月1日）および調査（7月1日）は短期間のうちに行われると仮定した。1月1日が漁期の中央にあたり、調査は漁期後の資源状態を表すものと仮定した。脱皮は漁獲前もしくは調査後つまり秋季に主に起こるため、漁獲日から調査日の間には起こらずこの間に個々の体サイズは変わらない。

かごはトロールに比べ小型個体を採集し難いので、漁獲加入前の10歳雌および雄の甲幅90mm未満の現存尾数を把握することが困難である。したがって、2021(t)年の調査で推定されたt-1年漁期後の現存尾数(N_t)およびt-1年漁期の漁獲尾数(C_{t-1})を用い、後退法によりt-1年漁期開始時点(1月1日)の漁獲対象資源尾数(N'_{t-1})を求めた(補足表4-1)。

$$N'_{t-1} = N_t \exp\left(\frac{M}{2}\right) + C_{t-1} \quad (1)$$

上式でMは自然死亡係数(0.2)を示す。漁獲尾数は、雌雄別漁獲量を平均体重(雄522g、雌177g)で除して求めた。B海域の雌ではアカコも漁獲されるので、調査で採集される11歳は、漁期開始時点(1月1日)ですでに漁獲対象であり、雌雄いずれのFも下式により計算した。

$$F_{t-1} = -\ln(1 - E_{t-1}) = -\ln\left(1 - \frac{C_{t-1}}{N'_{t-1}}\right) \quad (2)$$

上式でEは漁獲率を示す。

そして、ある漁獲圧によるt+1年の漁獲尾数は、下式により計算される。

$$C_{t+1} = N'_{t+1} [1 - \exp(-F)] \quad (3)$$

上式で N'_{t+1} はt+1年の漁期開始時点資源尾数であり、現状の資源状態が継続すると仮定し、直近5年間(2016~2020年)の資源尾数の平均値とした。そして、現状の漁獲圧(F_{current})を直近5年間(2016~2020年)のFの平均値として、それを上式のFに代入して求めた漁獲尾数(C_{t+1})に平均体重(w)を乗じると、現状の漁獲圧におけるt+1年の漁獲量が試算される。

補足表 4-1. B 海域における現存尾数、資源尾数、資源量、漁獲尾数（漁期年）、漁獲量（漁期年）、漁獲割合および漁獲係数（F）

調査時点現存尾数（千尾）

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	1,653	2,703	1,223	2,673	1,715	3,950	3,212	3,358	2,856	3,815	3,145	4,906
雌	6,223	10,335	12,945	8,785	8,715	10,267	6,260	6,025	8,465	9,723	10,735	7,657

漁獲尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	421	384	376	388	365	304	295	297	296	337	330	430	364
雌	361	358	346	338	373	335	366	479	438	369	435	356	439

漁獲量（トン）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	220	200	196	202	191	159	154	155	154	176	172	224	190
雌	64	63	61	60	66	59	65	85	77	65	77	63	78
合計	283	264	258	262	257	218	219	240	232	241	249	288	268

漁期開始時点資源尾数（千尾）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	2,248	3,371	1,728	3,342	2,261	4,669	3,845	4,009	3,452	4,554	3,806	5,852	7,703
雌	7,238	11,780	14,652	10,047	10,004	11,681	7,285	7,137	9,793	11,114	12,298	8,818	5,860

漁期開始時点資源量（トン）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	1,173	1,760	902	1,744	1,180	2,437	2,007	2,093	1,802	2,377	1,987	3,055	4,021
雌	1,281	2,085	2,593	1,778	1,771	2,068	1,289	1,263	1,733	1,967	2,177	1,561	1,037
合計	2,455	3,845	3,495	3,523	2,951	4,505	3,297	3,356	3,536	4,344	4,163	4,616	5,058
親魚量	1,217	2,022	2,532	1,718	1,705	2,008	1,225	1,178	1,656	1,902	2,100	1,498	960

漁獲割合（%）

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	18.7	11.4	21.8	11.6	16.2	6.5	7.7	7.4	8.6	7.4	8.7	7.3	4.7
雌	5.0	3.0	2.4	3.4	3.7	2.9	5.0	6.7	4.5	3.3	3.5	4.0	7.5
全体	11.5	6.9	7.4	7.4	8.7	4.8	6.6	7.2	6.6	5.6	6.0	6.2	5.3

漁獲係数(F)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
雄	0.21	0.12	0.25	0.12	0.18	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.05
雌	0.05	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.05	0.07	0.05	0.03	0.04	0.04	0.08
全体	0.12	0.07	0.08	0.08	0.09	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値をそれぞれ示す。

2020 年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値。

2021 年の漁獲尾数および漁獲量は予測値（2016～2020 年の平均値）。

2021 年と 2022 年の漁期開始時点資源尾数は予測値（2016～2020 年の平均値）。

F16-20 は、2016～2020 年の平均値。

イタリックは予測値。

補足表 4-1. B 海域における現存尾数、資源尾数、資源量、漁獲尾数（漁期年）、漁獲量（漁期年）、漁獲割合および漁獲係数（F）（つづき）

調査時点現存尾数（千尾）												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
雄	6,641	3,581	5,608	2,084	2,237	5,541	4,543	4,544	2,265	3,035	2,083	
雌	4,906	5,407	4,229	4,351	3,636	1,804	2,374	5,949	5,832	4,709	9,162	
漁獲尾数（千尾）												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
雄	491	534	488	434	396	341	312	276	212	231	274	
雌	648	579	380	364	350	357	399	394	390	440	396	
漁獲量（トン）												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
雄	256	279	255	226	207	178	163	144	110	121	143	
雌	115	103	67	64	62	63	71	70	69	78	70	
合計	371	381	322	291	269	241	233	214	180	199	213	
漁期開始時点資源尾数（千尾）												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
雄	4,449	6,733	2,791	2,906	6,520	5,361	5,334	2,779	3,566	2,534	3,915	3,915
雌	6,624	5,253	5,188	4,382	2,344	2,980	6,974	6,839	5,595	10,566	6,591	6,591
漁期開始時点資源量（トン）												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
雄	2,322	3,514	1,457	1,517	3,403	2,798	2,784	1,451	1,861	1,323	2,043	2,043
雌	1,172	930	918	776	415	528	1,234	1,211	990	1,870	1,167	1,167
合計	3,495	4,444	2,375	2,293	3,818	3,326	4,018	2,661	2,852	3,193	3,210	3,210
親魚量												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
雄	1,058	827	851	711	353	464	1,164	1,141	921	1,792	1,096	
漁獲割合 (%)												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
雄	11.0	7.9	17.5	14.9	6.1	6.4	5.8	9.9	5.9	9.1	7.0	
雌	9.8	11.0	7.3	8.3	14.9	12.0	5.7	5.8	7.0	4.2	6.0	
全体	10.6	8.6	13.6	12.7	7.0	7.2	5.8	8.0	6.3	6.2	6.6	
漁獲係数(F)												
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	F16-20
雄	0.12	0.08	0.19	0.16	0.06	0.07	0.06	0.10	0.06	0.10	0.07	0.08
雌	0.10	0.12	0.08	0.09	0.16	0.13	0.06	0.06	0.07	0.04	0.06	0.07
全体	0.11	0.09	0.15	0.14	0.07	0.08	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07	

雄は甲幅 90 mm 以上、雌は 11 齢の値をそれぞれ示す。

2020 年の漁獲尾数および漁獲量は暫定値。

2021 年の漁獲尾数および漁獲量は予測値（2016～2020 年の平均値）。

2021 年と 2022 年の漁期開始時点資源尾数は予測値（2016～2020 年の平均値）。

F16-20 は、2016～2020 年の平均値。

イタリックは予測値。

補足資料 5 桁網調査による資源量および加入量推定の試み

日本海 B 海域ではかご調査により現存量を推定しているが、その漁具の性質上、小型個体の採集数が少なく、加入量（A 海域の個体群動態モデルでは 10 齢、YPR・SPR 解析のモデルでは 8 齢）は不明であった。そこで、2016 年より、小型個体も採集する目的で、大型桁網による日本海北部底魚資源調査（以下、桁網調査）をみずほ丸（156 トン）（2018 年以降、天鷹丸（995 トン））により実施した。調査海域は、秋田県男鹿西方、雄物川河口沖、飛島周辺、山形県加茂沖、栗島周辺、佐渡姫崎沖、新潟県上越沖、最上堆、瓢箪礁の陸棚斜面域とし、ズワイガニの採集される水深 170～500 m では各年 30～40 点、曳網した（補足図 5-1）。曳網は、昼間に 20 分間 2 ノットとした。曳網距離に桁網の網口幅 6.8 m を乗じた曳網面積により、各曳網回の採集数を分布密度に換算した。採集効率は 0.3（渡部・北川 2004）と仮定した。そして、農林統計の小海区（男鹿南および新潟沖）ごとに 200～300 m、300～400 m、400～500 m の水深帯を設け、計 6 つに層化し、面積密度法により現存尾数を推定した。なお、各齢期のサイズは、便宜的に、雌雄ともに、甲幅 10～20 mm を 6 齢、20～30 mm を 7 齢、30～40 mm を 8 齢、40～54 mm を 9 齢とみなして集計した。また、これよりも大きなサイズでは、雄では 54～70 mm を 10 齢、70～90 mm を 11 齢、90～120 mm を 12 齢、120 mm 以上を 13 齢とみなし、雌では調査時点で未熟で内仔を有する個体を 10 齢（その年の漁期中はアカコと呼ばれる）、成熟している個体を 11 齢（その年の漁期中はクロコと呼ばれる）とした。

まず、2016～2021 年の日本海 B 海域における現存尾数ベースの雌雄別甲幅組成を補足図 5-2 に示す。各年雌雄ともに、甲幅 10～90 mm の個体が主に採集された。その一方、資源対象サイズは採集数が少なく、かにかご調査とは甲幅組成が大きく異なった。漁獲加入前の 90 mm 未満のサイズについて、雌雄ともに、2018 年の 8 齢、2019 年の 9 齢、2020 年の 10 齢がそれぞれ多いことが確認できる。次に、日本海 B 海域における成熟段階別脱皮齢期別現存尾数を補足図 5-3 に示す。2019 年に多かった 9 齢は、2020 年には雄の 10 齢、雌のアカコ、2021 年は雄の 11 齢、雌のクロコとして多かった。本調査で 8 齢や 9 齢に明瞭に多ければ、数年後に漁獲対象サイズが増加すると示唆される。また、2017 年以降 7～9 齢は増加しており、今後、漁獲対象サイズが増加することが見込まれる。YPR・SPR 解析に用いているズワイガニの齢構成モデル（Ueda et al. 2009）で加入量としている 8 齢の 2016 年以降の現存尾数は、雄は 260 万尾～1450 万尾で推移し、雌は 250 万尾～1460 万尾で推移していた。過去 5 年間（2017～2020 年）の平均は、雄では 900 万尾、雌では 810 万尾であった。

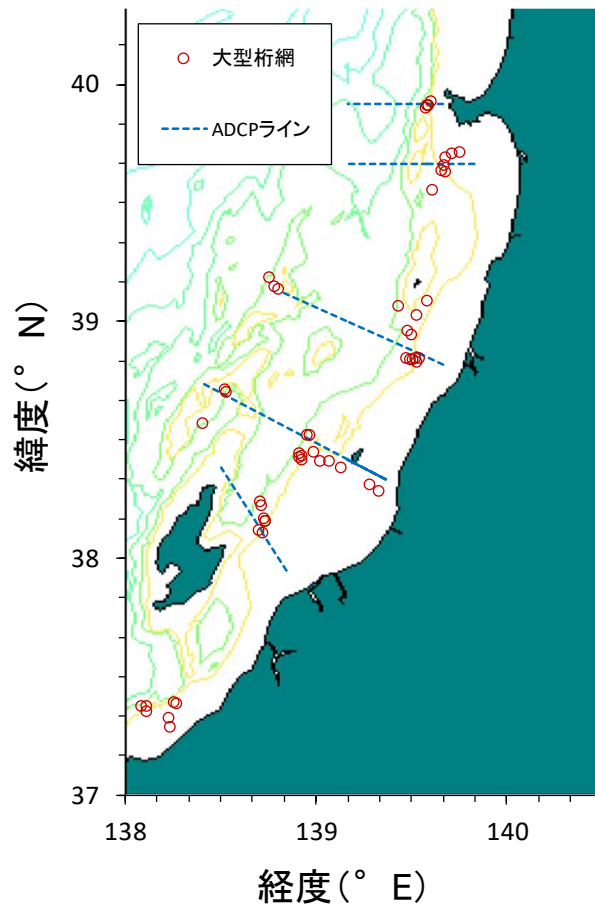
このように、桁網のデータでは、加入量がおおよそ把握可能であることが示唆される一方で、雌の成熟個体は変動が大きく、かご調査同様、成熟雌のデータは不安定でもある。桁網調査データの蓄積とともにかご調査結果と比較して、各調査データの長所を活用できる資源計算を検討する必要がある。

引用文献

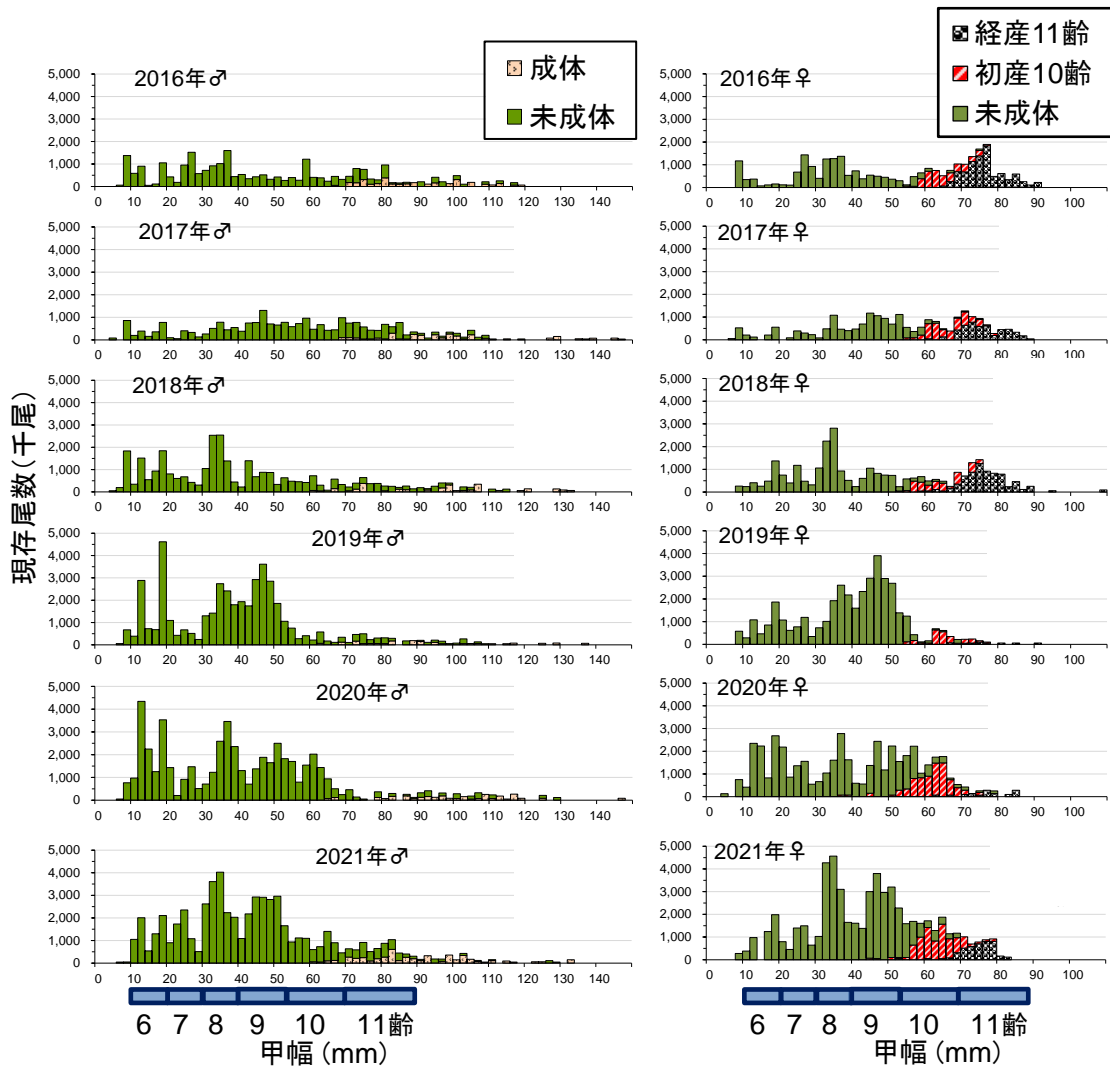
Ueda Y., M. Ito, T. Hattori, Y. Narimatsu and D. Kitagawa (2009) Estimation of terminal molting probability of snow crab *Chionoecetes opilio* using instar- and state-structured model in the

waters off the Pacific coast of northern Japan. Fish. Sci., **75**, 47-54.

渡部俊広・北川大二 (2004) 曳航式深海用ビデオカメラを用いたズワイガニ類に対する調査用トロール網の採集効率の推定. 日水誌, **70**, 297-303.

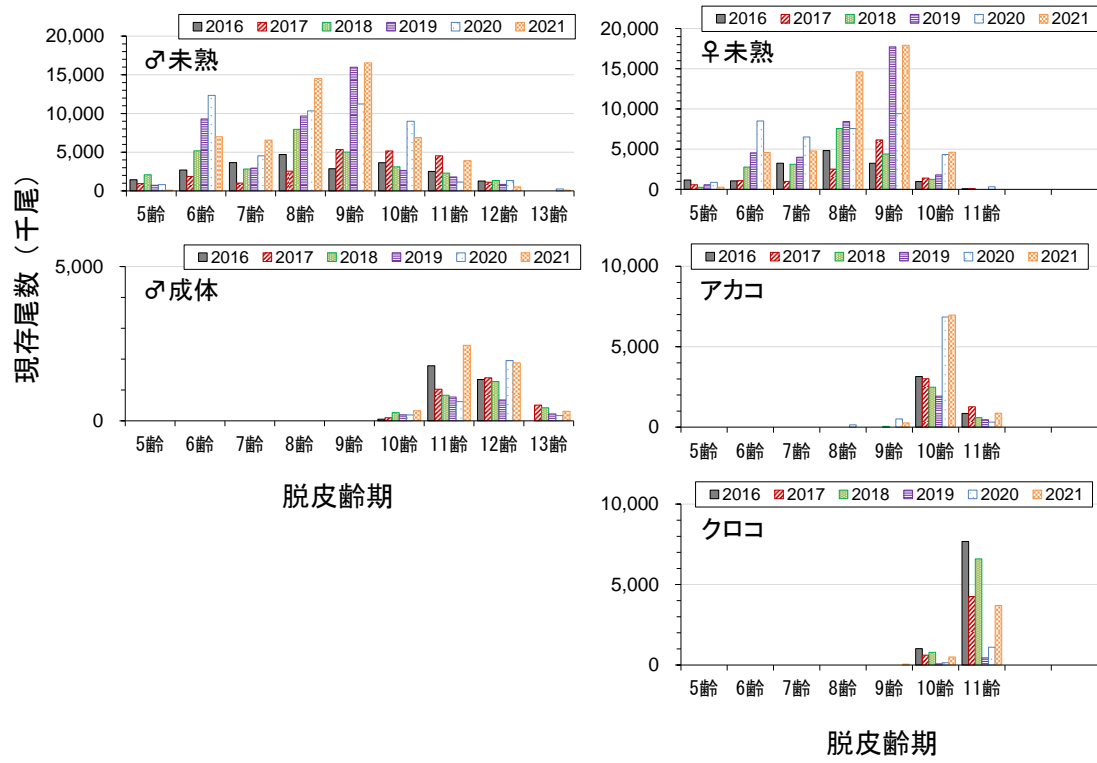


補足図 5-1. 桁網調査の調査海域図



補足図 5-2. 桁網調査に基づく雌雄別甲幅組成 (2016~2021 年)

縦軸は現存尾数であり、補助線は 100 万尾ごとである。



補足図 5-3. 桁網調査に基づく成熟段階別齢期別現存尾数 (2016~2021 年)

雌の成熟段階は調査年と同年の漁期に水揚げされた際の呼称であり、補助線は 500 万尾ごとである。

補足資料 6 沖底および小底（かけまわし）の漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖底および小底（かけまわし）の漁獲成績報告書を基にした資源量指標値をまとめた（図 7、8、表 4-1）。

これらの漁獲成績報告書をもとに、月別漁区（緯度経度 10 分柁目）別の漁獲量と網数が集計した。これらより、月 i 漁区 j における CPUE (U) は次式で表される。

$$U_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{X_{i,j}} \quad (1)$$

上式で C は漁獲量を、 X は努力量（網数）をそれぞれ示す。

集計単位（年または漁期など）における資源量指数 (P) は CPUE の合計として、次式で表される。

$$P = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J U_{i,j} \quad (2)$$

集計単位における有効漁獲努力量 (X') と漁獲量 (C)、資源量指数 (P) の関係は次式のよ
うに表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P} \quad (3)、(4)$$

上式で J は有漁漁区数であり、資源量指数 (P) を有漁漁区数 (J) で除したものが資源密度指数 (D) である。

$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'} \quad (5)$$

本系群 B 海域の努力量としては、禁漁期を除く漁期中（10 月～翌年 5 月）の把握可能な全曳網数を合計したものをを用いた。B 海域では、同系群の A 海域ほど本種を主対象とした操業は行われておらず、有漁レコードの網数だけに精査することも考えられるが、経年的に比較するに十分な精度が得られないと判断し、全曳網数を使用した。また、海底地形の複雑さから操業できる海域は限定的であり、資源量の変化にともなう、分布域の拡大または縮小等の変化は小さいと考えられることから、漁区数を考慮しない資源密度指数を長期的な資源量指標値として用いている。

補足資料 7 資源量指標値に基づく漁獲量の試算（2系ルールを適用した場合）

令和 2 年 4 月に開催された「令和 2（2020）年度ズワイガニの管理基準値等に関する研究機関会議」ならびに令和 2（2020）年度ズワイガニ日本海系群 B 海域の資源評価において、本海域では再生産関係が不明であるため、漁獲情報に基づく 2 系ルールでの資源評価を提示した。しかし、令和 2 年 8 月、10 月および翌年 3 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」において、B 海域は急峻な海底地形を成しており、本種の分布水深帯でも漁場として利用していない場所が多いという漁業・資源特性を考慮する必要があるとされ、漁獲量の算定はかご調査により直接推定した資源量と F 値に基づくこととなった。漁獲情報に基づく 2 系ルールで評価した場合、長期データがあり、1980 年代や 1990 年代と現在の資源水準の比較と、現状の漁獲状況に基づく漁獲量の試算ができることから、仮に「令和 3（2021）年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」の 2 系資源の管理規則に当てはめた場合の結果について示す。

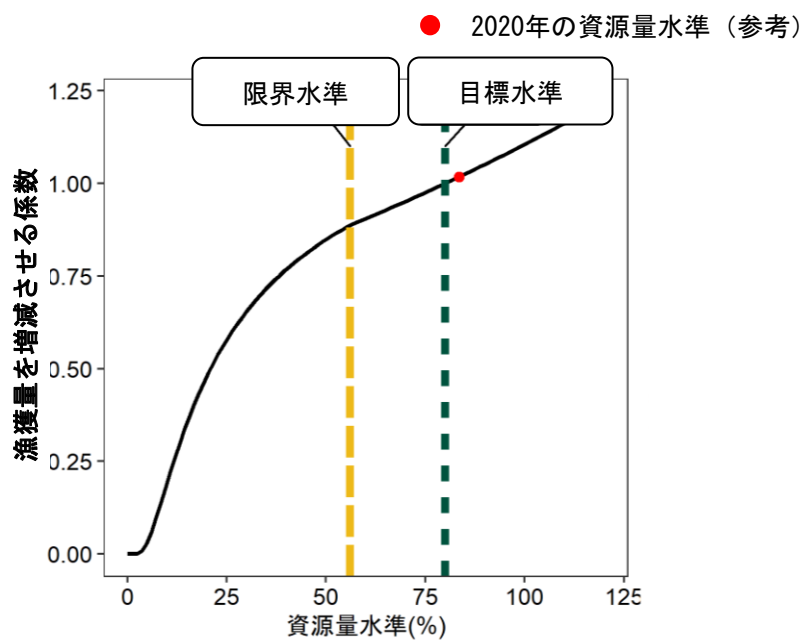
まず、目標水準には資源量水準 80%、限界水準には資源量水準 56%を用いて、現状の漁獲量を増減させる係数（ α ）を求めた。目標水準となる資源量指標値は 7.50 kg/網、限界水準となる資源量指標値は 6.43kg/網、2020 年の資源量指標値は 7.70 kg/網であった。これに基づくと、2020 年の資源量水準は目標管理基準値（目標水準）および、限界水準を上回る 83.5 %水準であり、漁獲管理規則案から算定される、現状の漁獲量を増減させる係数（ α ）は 1.018 であった（補足図 7-1、7-2）。資源量指標値の年変動の大きさを示す指標 AAV は 0.072 であり、資源量指標値が平均で毎年 7%程度上昇もしくは低下していた。

	資源量指標値 (kg/網)	資源量 水準	漁獲量を増 減させる 係数 (α)	説 明
2 系の漁獲管理規則での一般的な目標水準*	7.50	80%	1.00	資源量指標値の時系列を累積正規分布に当てはめた場合に 80%水準に相当する値
2 系の漁獲管理規則での一般的な限界水準*	6.43	56%	0.89	資源量指標値の時系列を累積正規分布に当てはめた場合に 56%水準に相当する値
現状の値 (2020 年)	7.70	83.5%	1.018	資源量指標値に累積正規分布を当てはめて得た水準

* 「令和 2（2020）年度ズワイガニの管理基準値等に関する研究機関会議」ならびに令和 2（2020）年度ズワイガニ日本海系群 B 海域の資源評価で提示した値である。

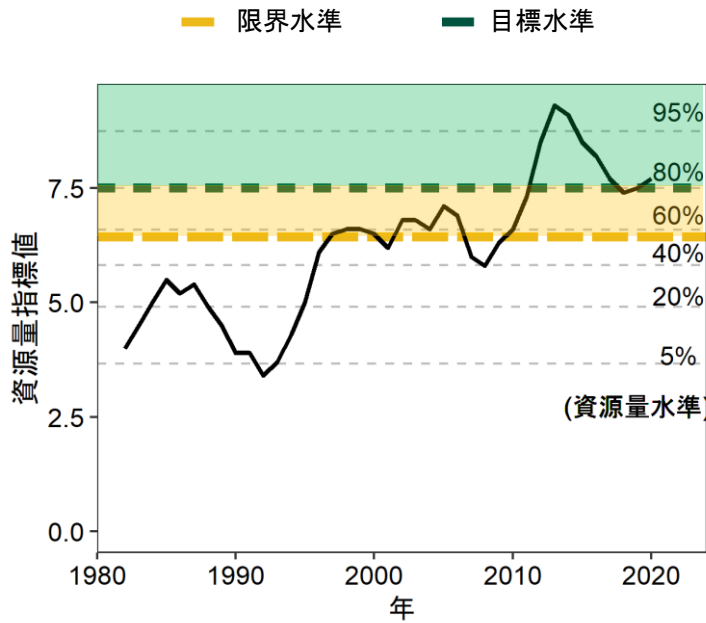
次に、2系ルールに基づく場合の2022年漁獲量を試算した。現状の漁獲量を増減させる係数(α)は1.018、「令和3(2021)年度ズワイガニ日本海系群B海域の資源評価」より、直近5年(2016~2020年)の平均漁獲量(C)は213トンである。「令和3(2021)年度漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針」の2系資源の管理規則に基づき、 $\alpha \times C$ より算出したズワイガニ日本海系群B海域の2022年漁獲量は217トンと試算された(補足図7-3)。

	年	漁獲量(トン)
漁獲量の年変化	2016	241
	2017	233
	2018	214
	2019	180
	2020	199
	平均	213
漁獲量(試算値)	2022	217

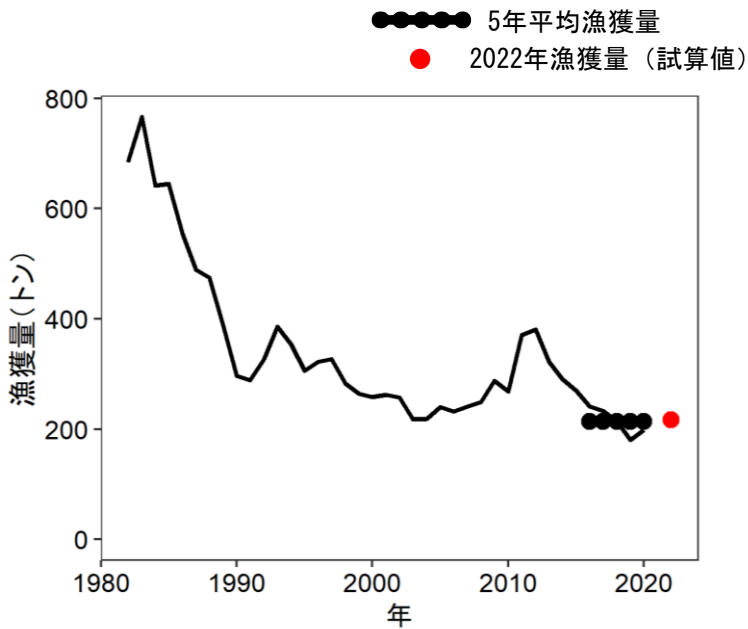


補足図 7-1. 2系ルールに基づく場合の目標水準および限界水準(参考)

赤丸は現状(2020年)の資源量水準(83.5%)における漁獲量を増減させる係数が1.018倍であることを示している。



補足図 7-2. 底びき網の漁獲情報に基づく資源量指標値の推移とそれに累積正規分布を適用したときの資源量水準（参考）



補足図 7-3. 漁獲量の推移と 2 系ルールに基づく場合の漁獲量の試算値（参考）